

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

26.11.2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2003年11月27日

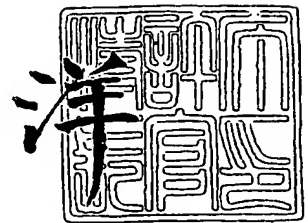
出 願 番 号
Application Number: 特願2003-398183
[ST. 10/C]: [JP2003-398183]

出 願 人
Applicant(s): 京セラ株式会社

2005年 1月27日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



BEST AVAILABLE COPY

出証番号 出証特2004-3123363

【書類名】 特許願
【整理番号】 0000327401
【提出日】 平成15年11月27日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 G01L 9/00
【発明者】
 【住所又は居所】 鹿児島県国分市山下町1番1号 京セラ株式会社鹿児島国分工場内
 【氏名】 及川 彰
【特許出願人】
 【識別番号】 000006633
 【住所又は居所】 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地
 【氏名又は名称】 京セラ株式会社
 【代表者】 西口 泰夫
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 005337
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

上面に参照用弾性表面波素子を有した第 1 圧電基板上に、該第 1 圧電基板よりも厚みが薄く、下面に圧力検出用弾性表面波素子を有した第 2 圧電基板を搭載するとともに、前記圧力検出用弾性表面波素子及び参照用弾性表面波素子を前記第 1 圧電基板と前記第 2 圧電基板との間に介在される封止材で囲繞してなる圧力センサ。

【請求項 2】

前記参照用弾性表面波素子の周波数変化に応じて温度補正しつつ、前記圧力検出用弾性表面波素子の変形によって圧力変動を検出することを特徴とする請求項 1 に記載の圧力センサ。

【請求項 3】

前記第 1 圧電基板及び第 2 圧電基板は同材質の圧電材料から成ることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の圧力センサ。

【請求項 4】

前記第 1 圧電基板及び前記第 2 圧電基板は、同一の単結晶圧電材料から成るとともに、両圧電基板を形成する単結晶圧電材料の結晶切断方向が同一となるように配置されていることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の圧力センサ。

【請求項 5】

前記第 1 圧電基板及び前記第 2 圧電基板は、同一の単結晶圧電材料から成るとともに、両圧電基板を形成する単結晶圧電材料の結晶軸の向きが略平行となるように配置されていることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の圧力センサ。

【請求項 6】

前記第 1 圧電基板及び前記第 2 圧電基板は、同一の多結晶圧電材料から成るとともに、両圧電基板を形成する多結晶圧電材料の分極方向が略平行となるように配置されていることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の圧力センサ。

【請求項 7】

前記封止材が導体材料から成り、且つ該封止材が前記第 1 圧電基板の下面に設けられるグランド端子に電氣的に接続されていることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 6 のいずれかに記載の圧力センサ。

【請求項 8】

前記第 2 圧電基板の下面で、前記封止材の内側に、前記圧力検出用弾性表面波素子に電氣的に接続される電極パッドが設けられ、

前記第 1 圧電基板の上面で、前記封止材の内側に、前記電極パッドに導電性接合材を介して電氣的に接続される接続パッドが設けられていることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 7 のいずれかに記載の圧力センサ。

【書類名】明細書

【発明の名称】圧力センサ

【技術分野】

【0001】

本発明は、圧力の変動を検出し所定の電気信号を発振する圧力センサに関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来より、気体や液体などの圧力の変動を検出する圧力センサとして、センサ部に印加される圧力の変動を発振周波数の変化として検出する圧力センサが用いられている。

【0003】

係る従来の圧力センサとしては、圧電基板 51 上に、櫛歯状電極より構成される参照用弾性表面波素子 57 及び圧力検出用弾性表面波素子 54 を有するとともに、圧力検出用弾性表面波素子 54 が形成された領域が、参照用弾性表面波素子 57 が形成された領域よりも厚みを薄く設定した構造のものが知られている（例えば、特許文献 1 参照。）。尚、参照用弾性表面波素子 57 及び圧力検出用弾性表面波素子 54 は、外部の発振器をそれぞれの素子に接続することにより特定の周波数を発振する機能する共振子である。

【0004】

上述した圧力センサは、厚みを薄くした領域に形成されている圧力検出用弾性表面波素子 54 が、圧力を受けたことによって、表面応力が変化させ弾性表面波の音速を変化させるとともに、圧力検出用弾性表面波素子 54 の電極の間隔も変化させることにより、弾性表面波素子と発振器とで生成される電気信号の発振周波数が変化し、この発振周波数をモニタすることにより圧力を検出する機能を有した圧力センサである。また一方では、同一の圧電基板上に形成された参照用弾性表面波素子 57 の温度変化による周波数変化に応じて温度補正する機能も有している。

【特許文献 1】特公平 5-82537 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、上述した従来の圧力センサにおいては、圧電基板 51 の一部に肉薄部を形成しているが、例えば小型化を図る必要がある場合にはその面積を大きく確保することができないので、圧力を受けてもその表面応力の変化が少なく、圧力センサとして高い感度を得ることができない。そして一方では、参照用弾性表面波素子 57 及び圧力検出用弾性表面波素子 54 を同一面内に形成する為、圧電基板の面積が広くなり、小型化を図ることが困難である。

【0006】

また上述した従来の圧力センサには、圧電基板を支持基板上にフェイスダウン等で搭載したものであるが、圧電基板が非常に脆い材質なので、2つの基板の熱膨張係数に差が大きい場合、熱履歴が加わった際に圧電基板にクラックが発生して信頼性が低下するという問題がある。

【0007】

本発明は上記欠点に鑑み案出されたもので、その目的は、圧力を受けたときの表面応力の変化を大きくさせて感度を大きくするとともに、小型化が可能な高信頼性の圧力センサを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の圧力センサは、上面に参照用弾性表面波素子を有した第 1 圧電基板上に、該第 1 圧電基板よりも厚みが薄く、下面に圧力検出用弾性表面波素子を有した第 2 圧電基板を搭載するとともに、前記圧力検出用弾性表面波素子及び参照用弾性表面波素子を前記第 1 圧電基板と前記第 2 圧電基板との間に介在される封止材で囲繞してなるものである。

【0009】

また本発明の圧力センサは、前記参照用弾性表面波素子の周波数変化に応じて温度補正しつつ、前記圧力検出用弾性表面波素子の変形によって圧力変動を検出することを特徴とするものである。

【0010】

更に本発明の圧力センサは、前記第1圧電基板及び第2圧電基板は同材質の圧電材料から成ることを特徴とするものである。

【0011】

また更に本発明の圧力センサは、前記第1圧電基板及び前記第2圧電基板は、同一の単結晶圧電材料から成るとともに、両圧電基板を形成する単結晶圧電材料の結晶切断方向が同一となるように配置されていることを特徴とするものである。

【0012】

更にまた本発明の圧力センサは、前記第1圧電基板及び前記第2圧電基板は、同一の単結晶圧電材料から成るとともに、両圧電基板を形成する単結晶圧電材料の結晶軸の向きが略平行となるように配置されていることを特徴とするものである。

【0013】

また更に本発明の圧力センサは、前記第1圧電基板及び前記第2圧電基板は、同一の多結晶圧電材料から成るとともに、両圧電基板を形成する多結晶圧電材料の分極方向が略平行となるように配置されていることを特徴とするものである。

【0014】

更にまた本発明の圧力センサは、前記封止材が導体材料から成り、且つ該封止材が前記第1圧電基板の下面に設けられるグランド端子に電氣的に接続されていることを特徴とするものである。

【0015】

また更に本発明の圧力センサは、前記第2圧電基板の下面で、前記封止材の内側に、前記圧力検出用弾性表面波素子に電氣的に接続される電極パッドが設けられ、前記第1圧電基板の上面で、前記封止材の内側に、前記電極パッドに導電性接合材を介して電氣的に接続される接続パッドが設けられていることを特徴とするものである。

【発明の効果】

【0016】

本発明の圧力センサによれば、圧力検出用弾性表面波素子を設けた第2圧電基板の厚みが、参照用弾性表面波素子を有した第1圧電基板の厚みに比して全体的に薄くしたことから、圧力を受けたときの表面応力の変化が大きくなり、圧力センサとして高い感度が得られることとなる。

【0017】

一方、参照用弾性表面波素子と圧力検出用弾性表面波素子とを、それぞれが重なり合う異なった圧電基板に設けたことから、同一面内に形成する電極が少なくなり、弾性表面波素子の面積を小さくできるので、小型化を図ることが可能となる。

【0018】

また本発明の圧力センサによれば、第1圧電基板及び第2圧電基板を同材質の圧電材料としたことから、2つの圧電基板の熱膨張係数が同じになるので、熱履歴が加わることによるクラックの発生等の不具合が低減される。

【0019】

更に本発明の圧力センサによれば、両圧電基板を、同一の単結晶圧電材料を用いるとともに、結晶切断方向が同一となるようにしたことから、参照用弾性表面波素子と圧力検出用弾性表面波素子の共振周波数を近似させることが容易となる。

【0020】

また更に本発明の圧力センサによれば、両圧電基板を、同一の単結晶圧電材料を用いるとともに、結晶軸の向きが略平行となるようにしたことから、2つの圧電基板の熱膨張収縮する方向が同じになるので、熱履歴が加わることによるクラックの発生等の不具合がよ

り低減される。

【0021】

更にまた本発明の圧力センサによれば、両圧電基板を、同一の多結晶圧電材料を用いるとともに、分極方向が略平行となるようにしたことから、参照用弾性表面波素子と圧力検出用弾性表面波素子の共振周波数を近似させることが容易となり、加えて、2つの圧電基板の熱膨張収縮する方向が同じになり、熱履歴が加わることによるクラックの発生等の不具合が低減される。

【0022】

また更に本発明の圧力センサによれば、前記封止材が導体材料からなり、前記第1圧電基板の下面に設けられるグランド端子に電氣的に接続することができるので、前記参照用弾性表面波素子及び圧力検出用弾性表面波素子が電磁的に遮蔽されるという効果を奏することもできる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

以下、本発明の圧力センサを図面に基づいて詳説する。

【0024】

図1は本発明の一実施形態に係る圧力センサの断面図、図2は本発明の一実施形態に係る圧力センサの主要部分の外観斜視図、図3は本発明の一実施形態に係る圧力センサに用いる第1圧電基板の外観斜視図であり、同図に示す圧力センサは、大略的に、第1圧電基板1、第2圧電基板2、封止材5及び導電性接合剤6とで構成されている。

【0025】

第1圧電基板1は、水晶や、ニオブ酸リチウム、タンタル酸リチウムなどの単結晶圧電材料から成り、所定の結晶切断方向にて主面を形成しており、上面には参照用弾性表面波素子4a及び接続パッド4bが被着され、下面には外部端子9が被着され、上面と下面とを電氣的に接続するためのビアホール導体8を形成させた構造を有している。

【0026】

参照用弾性表面波素子4aは、櫛歯状のインターデジタルトランスデューサ4aaからなり電気信号を固有の中心周波数の弾性表面波に変換する機能を有している。尚、本実施形態では、インターデジタルトランスデューサ4aaの近傍に反射器4abを形成しており、変換時の損失が少なくなるような構成とした。また、参照用弾性表面波素子4aは、アルミニウムや金等の金属材料をスパッタや蒸着等の成膜工法により形成される。

【0027】

接続パッド4b及び外部端子9は、参照用弾性表面波素子4aと同じ材料・工法により形成可能であるが、密着強度の向上のため膜厚を厚く形成しておくことが好ましい。またビアホール導体8は、第1圧電基板1を貫通する孔をサンドブラスト法等により形成した後に、Ni、Cu、Au等をメッキすることにより充填形成される。

【0028】

第2圧電基板2は、第1圧電基板1と同一の単結晶圧電材料から成り、同一の結晶切断方向にて主面を形成したものであり、下面には、圧力検出用弾性表面波素子7a及び電極パッド7bを被着させた構造を有している。また第2圧電基板2は、第1圧電基板よりも厚みが薄く成るように設定されている。例えば、第1圧電基板1の厚みが200～300 μm に設定されるのに対し、第2圧電基板の厚みは50～75 μm に設定される。

【0029】

圧力検出用弾性表面波素子7aは、参照用弾性表面波素子4aと同一の構成を成し、弾性表面波の中心周波数を近似させている。また、本実施形態における圧力検出用弾性表面波素子7aは、図には示さないが、参照用弾性表面波素子4aと同様にインターデジタルトランスデューサと反射器とから構成したものである。

【0030】

電極パッド7bは、後述する導電性接合剤6を介して先述した接続パッド4bと電氣的に接続するためのものであり、接続パッド4bと同様に厚みを厚く形成しておくことが好

ましい。

【0031】

導電性接合剤 6 は、高融点のろう材である AuSn を用い、圧力センサ 10 をマザーボード等に搭載する工程において、熱が印可された場合においても、導電性接合剤 6 が再溶解して特性が変化しないようにしている。尚、AuSn の他には AuSi や SnAgCu 等を用いても同様の効果が得られるので、これらを採用してもかまわない。

【0032】

そして、第 1 圧電基板 1 と第 2 圧電基板 2 との間に、先述した参照用弾性表面波素子 4 a、圧力検出用弾性表面波素子 7 a、接続パッド 4 b 及び電極パッド 7 b を囲繞するようにして、封止材 5 が介在されている。

【0033】

封止材 5 は、樹脂を用いても良いが、予め第 1 圧電基板 1 の上面に封止パッド 4 c を、第 2 圧電基板 2 の下面に封止電極 7 c を被着・形成しておけば、導体材料を用いることも可能であり、さらには導電性接着剤 6 と同じ材料を用いることが可能である。

【0034】

また、封止材 5 に導体材料を用いれば、第 1 圧電基板 1 の下面に設けられるグランド端子に電氣的に接続することができるので、参照用弾性表面波素子 4 a 及び圧力検出用弾性表面波素子 7 a が電磁的に遮蔽されるという効果を奏することもできる。このようなグランド端子は、具体的には上述した外部端子 9 の中に含まれており、ビアホール導体 8 を介して封止パッド 4 c と接続するようにしている。

【0035】

尚、図中に示される電極 4 d は、参照用弾性表面波素子 4 a とビアホール導体 8 とを接続するランドであり、第 2 圧電基板 2 とは電氣的に接続されないようにしている。

【0036】

上述した構成の圧力センサ 10 は、参照用弾性表面波素子 4 a 及び圧力検出用弾性表面波素子 7 a には、それぞれ圧力センサの外部に構成される発振器が回路的に接続しており、発振回路における共振子として特定の周波数を発振する機能を有している。厚みを薄くした圧力検出用弾性表面波素子 7 a は、外部からの圧力を受けたことによって表面応力に変化し、圧力検出用弾性表面波素子 7 が励振させる弾性表面波の音速を変化させるとともに、圧力検出用弾性表面波素子 7 a のインターデジタルトランスデューサの電極の間隔も変化させることになる。これに対して参照用弾性表面波素子 4 a は、厚みが厚いので外部からの圧力を受けても上述したような変化は起こりにくい。このため、圧力検出用弾性表面波素子 7 a からなる発振回路で生成される電気信号の発振周波数を、参照用弾性表面波素子 4 a からなる発信回路の発振周波数との差分により圧力変化を検出することができる。

【0037】

また一方では、圧力検出用弾性表面波素子 7 a と参照用弾性表面波素子 4 a とは、同一の単結晶圧電材料を用いたので温度変化による周波数変化に応じて温度補正する機能も有している。

【0038】

このように本実施形態の圧力センサ 10 は、圧力検出用弾性表面波素子 7 a を設けた第 2 圧電基板 2 の厚みが、参照用弾性表面波素子 4 a を有した第 1 圧電基板 1 の厚みに比して全体的に薄くしたことから、圧力を受けたときの表面応力の変化が大きくなり、圧力センサとして高い感度が得られることとなる。

【0039】

これに加えて、参照用弾性表面波素子 4 a と圧力検出用弾性表面波素子 7 a とは、それぞれが重なり合う異なった圧電基板に設けられている。これによって、同一面内に形成する電極が少なくなり、弾性表面波素子の面積を小さくできるので、圧力センサの小型化を図ることが可能となる。

【0040】

また本実施形態の圧力センサ 10 は、第 1 圧電基板 1 及び第 2 圧電基板 2 を同材質の圧電材料としたことから、2 つの圧電基板の熱膨張係数が同じになるので、熱履歴が加わることによるクラックの発生等の不具合が低減される。

【0041】

更に、両圧電基板は、同一の単結晶圧電材料を用いており、結晶切断方向が同一となるようにしているので、参照用弾性表面波素子 4 a と圧力検出用弾性表面波素子 7 a の共振周波数を容易に近似させることが可能であり、これに加えて、両圧電基板を、結晶軸の向きが略平行となるようにしたことから、2 つの圧電基板の熱膨張収縮する方向が同じになるので、熱履歴が加わることによるクラックの発生等の不具合がより低減されることとなる。

【0042】

次に、上述した第 1 圧電基板 1 と第 2 圧電基板 2 とを接続する方法について、以下に説明する。

【0043】

まず、上面に参照用弾性表面波素子 4 a 及び接続パッド 4 b を有する第 1 ウエハーと、下面に圧力検出用弾性表面波素子 7 a 及び電極パッド 7 b を有する第 2 ウエハーを準備する。ここで用いる第 1 ウエハーは第 1 圧電基板 1 の集合基板であり、第 2 ウエハーは第 2 圧電基板 2 の集合基板であり、その厚みは 200 ~ 300 μm に設定される。

【0044】

次に、第 1 ウエハーの接続パッド 4 b と電極パッド 7 b、封止パッド 4 c と封止電極 7 c とを、半田ペーストを介して仮接続する。本実施形態では、半田ペーストには、AuSn 粉末を有機ビヒクル中に分散させたものを用いた。また、半田ペーストは、接続パッド 4 b 上に、従来より周知のスクリーン印刷法等により塗布・形成させた。また、第 2 ウエハーの各電極パッド 7 b 及び封止電極 7 c は、対応する各接続パッド 4 b 及び封止パッド 4 c と対向し、更に、第 1 ウエハーと第 2 ウエハーとは結晶軸の向きが略平行にさせる。

【0045】

次に、第 1 ウエハー及び第 2 ウエハーを加熱して半田ペーストを溶融することにより、参照用弾性表面波素子 4 a 及び圧力検出用弾性表面波素子 7 a が封止材 5 で囲繞されるとともに、各接続パッド 4 b が導電性接合剤 6 を介して各電極パッド 7 b に電氣的に接続される。

【0046】

このようにして第 1 ウエハーに固定された第 2 ウエハーを、上側からラッピング等により研磨して厚みを 50 ~ 75 μm に設定する。

【0047】

次に、ダイシングにより、第 2 ウエハーのみを切断して、第 2 ウエハーを複数の第 2 圧電基板に分割させた後、隣接する第 2 圧電基板間の間隙を埋めるように、未効果で液状の樹脂を塗布し、熱硬化させる。尚、本実施形態においては、液状樹脂を塗布した際、間隙が効果的に埋められる必要があるので、真空印刷を用いた。

【0048】

そして、第 1 ウエハーを、上述した樹脂とともにダイシング等により切断することにより、第 1 ウエハーが第 1 圧電基板 1 に分割され、圧電センサ 10 が製作されることとなる。

【0049】

ここで、本実施形態の圧電センサ 10 には、第 2 圧電基板 2 の側面及び圧力検出用弾性表面波素子 7 a が形成された領域以外の上部には樹脂から成る保護材 3 を有しており、厚みの薄い第 2 圧電基板 2 の端面部が保護される構成としている。

【0050】

かくして上述した圧電センサは、外部の発振器と回路的に接続して発振回路を構成し、これに電源、増幅器、及びアンテナ部品と組み合わせることによって、例えば、自動車のタイヤに取り付けられてタイヤの空気圧の変化に応じて無線信号を送信出力する圧力セン

サ装置として機能する。

【0051】

尚、本発明は上述の実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更、改良が可能である。

【0052】

例えば、本実施形態においては、2つの圧電基板に単結晶圧電材料を用いているが、これに代えて、多結晶圧電材料を用いても構わない。特に、両圧電基板を、同一の多結晶圧電材料を用いるとともに、分極方向が略平行となるようにしておけば、参照用弾性表面波素子と圧力検出用弾性表面波素子の共振周波数を近似させることが容易となる。また、2つの圧電基板の熱膨張収縮する方向が同じになり、熱履歴が加わることによるクラックの発生等の不具合についても低減される。

【図面の簡単な説明】

【0053】

【図1】 本発明の一実施形態に係る圧力センサの断面図である。

【図2】 本発明の一実施形態に係る圧力センサの主要部分の外観斜視図である。

【図3】 本発明の一実施形態に係る圧力センサの第1圧電基板の外観斜視図である。

【図4】 従来 of 圧力センサの外観斜視図である。

【図5】 従来 of 圧力センサの断面図である。

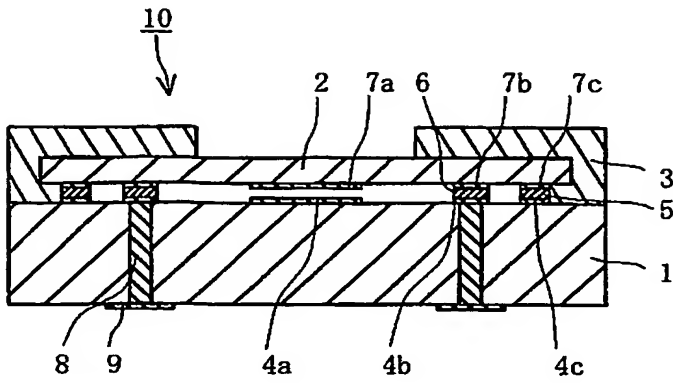
【符号の説明】

【0054】

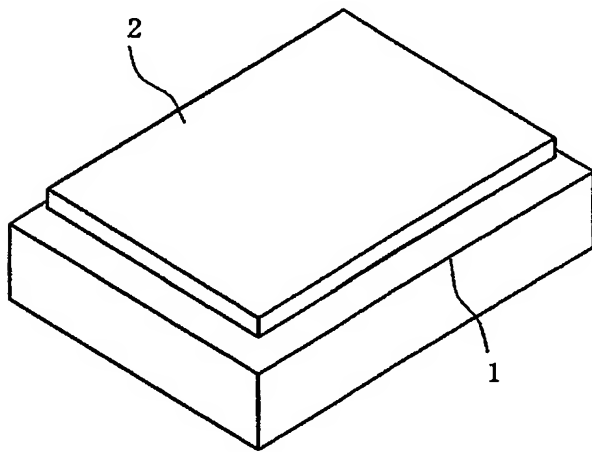
- 1 . . . 第1圧電基板
- 2 . . . 第2圧電基板
- 3 . . . 保護材
- 4 a . . . 参照用弾性表面波素子
- 4 b . . . 接続パッド
- 5 . . . 封止材
- 6 . . . 導電性接合剤
- 7 a . . . 圧力検出用弾性表面波素子
- 7 b . . . 電極パッド
- 8 . . . ビアホール導体
- 9 . . . 外部端子
- 10 . . . 圧力センサ

【書類名】 図面

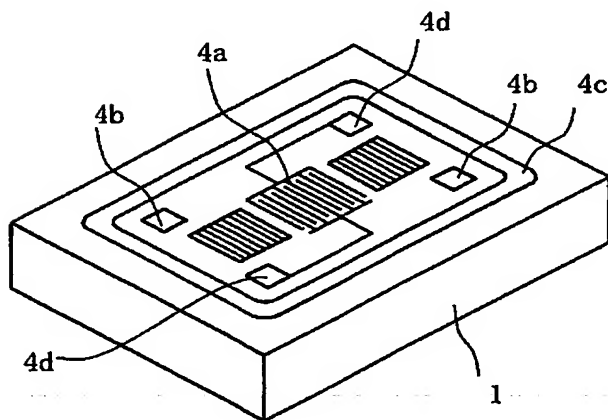
【図 1】



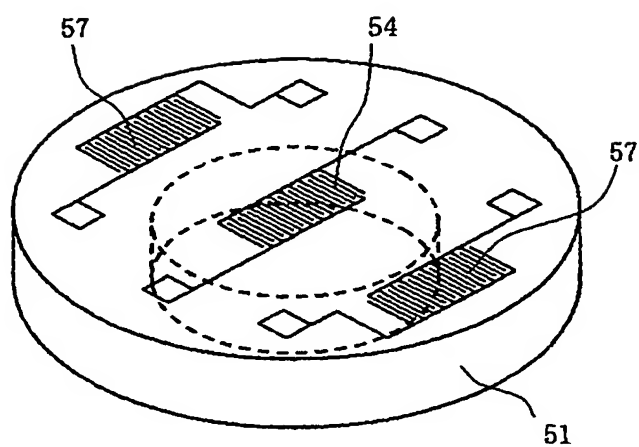
【図 2】



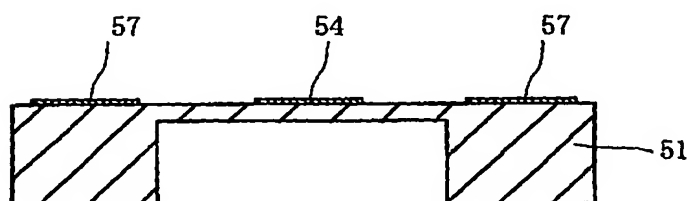
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 圧力を受けたときの表面応力の変化を大きくさせて感度を大きくするとともに、小型化が可能な高信頼性の圧力センサを提供する。

【解決手段】 上面に参照用弾性表面波素子 4 a を有した第 1 圧電基板 1 上に、第 1 圧電基板 1 よりも厚みが薄く、下面に圧力検出用弾性表面波素子 7 a を有した第 2 圧電基板 2 を搭載するとともに、圧力検出用弾性表面波素子 7 a 及び参照用弾性表面波素子 4 a を第 1 圧電基板 1 と第 2 圧電基板 1 との間に介在される封止材で囲繞した。

【選択図】 図 1

特願 2003-398183

出願人履歴情報

識別番号

[000006633]

1. 変更年月日

1998年 8月21日

[変更理由]

住所変更

住所

京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地

氏名

京セラ株式会社

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP04/017981

International filing date: 26 November 2004 (26.11.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2003-398183
Filing date: 27 November 2003 (27.11.2003)

Date of receipt at the International Bureau: 10 February 2005 (10.02.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record.**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.